

Tér, idő és jelentőség az agyban

A lokalizáció kérdései

Az agy felépítését tekintélyes mértékben a térbeli megoszlás kérdései határozzák meg. Az agy elképzelhető két olyan asztalterítőként, melyek összesen két négyzetméter terjedelműek, és egy dobozban vannak összehajtogatva. A hajtogatott agykéreg hat rétegből áll, ezek neuronjainak hatvan százaléka egymással áll kapcsolatban, negyven százaléka pedig agykérgen kívüli aktivitást mutat.

A két agyfélgömbön olyan, fejlődés-történetileg régebbi cortex-részek találhatók, melyek egyszerűbb felépítésűek, és a hippocampusban csak három rétegből állnak. Az agykérget az észlelőrendszerek az információfeldolgozáshoz általában a thalamuson mint kapcsolóállomáson keresztül érik el. Így lehetséges van a figyelem szabályozására és az információ válogatására. Vannak olyan rostok, amelyek kikerülnek a talamuszt és közvetlenül érik a septumba, ahol főként az erotikus paraméterek jellemzőek. Ezek a septum és a hippocampus kapcsolatán keresztül, a thalamus ellenőrzőrendszerének érvényesülése nélkül tudják az agykérget befolyásolni.

Ezen az alapon a szexualitás az agynak olyan tevékenysége, amely az agytörzs feldolgozási fokán az információellenőrzés mechanizmusait kikerüli, és ezért – amennyiben az ember a szexualitás övezetébe bocsátkozik – az információ kiválogatásában határmegvonási problémákat idéz elő. Az agykutatási tapasztalatok lokalizációs elmélete alapján fel kell tenni a kérdést, hogy ennek során milyen kognitív mechanizmusok működnek.

Különös jelentősége van annak, hogy a szexualitás az amygdala aktiválásával jár, és így izgalomba hoz egy olyan struktúrát, melynek döntő szerepe van az „idegen” és a „saját” megkülönböztetésében. A szexualitás ezért az információfeldolgozás szempontjából nem semleges, hanem olyan tevékenységekkel jár, amelyek egyfelől teljesen új kódolási ritmusokat eredményeznek az agyban – az információ át-

rendeződését eredményezve –, másfelől pedig kihívást jelentenek a személy határmegvonási mechanizmusai számára.

A térelemzés legfőbb agyi szervei a jobb félteke perietális lebenyében helyezkednek el. Mármint a nyugati kultúrát az a tendencia jellemzi, hogy a kognitív folyamatokat is térbeli metaforákkal próbálja megragadni. Ennek jegyében az én-határról szóló beszéd megfelel annak a törekvésnek, hogy a territorialitással, illetve a földrajzzal kapcsolatos tapasztalatok révén elvont kognitivitást értelmezzenek. Ez ahhoz hasonlít, mintha valaki késsel vizet akarna vágni – ami csak akkor sikerül, ha a psziché megmerevedett vagy a víz fagyott. Egy ilyen mértékben képtelen vállalkozás eredménye általában az, hogy a személy oly mértékben kénytelen saját határmegvonási problémájával foglalkozni, hogy e fáradozása átható jellemzőjévé válik, és ezáltal határmegvonási („borderline”) személyiséggé válik.

A psziché ábrázolásával és ábrázolhatóságával, valamint a saját én lehatárolhatóságával kapcsolatos vitát a homloklebény funkcióinak síkján is lehet folytatni. Ehhez a frontális agy három lényegi területét kell tekintetbe venni, nevezetesen a mediobasalis, a dorsolaterális és a premotorikus részt. Nos, magát a lokalizációs elméletet, valamint az én, a kogníció és az agy összefüggésével kapcsolatos különböző álláspontokat nem lehetséges problémátlanul az agyi térképre visszavetíteni. Bizonyos hozzárendelések azonban lehetségesnek látszanak. Az én-dimenzióknak skrupulus nélküli azonosítása az aggyal

rosszabbik válfajában egy statikus én-metafizikára vezethet, melyben identifikációra van kilátás, annak korrekciójára azonban nincsen.

Ilyesféle merev reprezentációs és elvárási jelenségek a dorsolateralis és frontális cortex sérülése során támadnak, miként az a Wisconsin-Card-Sorting-teszt során kimutatható. A homloki agy ezen régiójának károsodásakor a felmerülési valószínűség-gek kapcsolatban egyszerűen megfogalmazott feltevés fennmarad,

még akkor is, ha változik a helyzet. Ha már az én-funkciók az aggyal korrelációban merülnek fel, kíváncsús ez a dinamikus önkorrekció szándékával megvalósítani. Ha ezek a viselkedési dimenziók teljessé válnak, akkor a mediobasalis cortex funkciójának is részt kell vennie a játékban. Ez a sokrétű érdekek mérlegelésében játszik szerepet, ami a funkcionális lokalizáció esetében kíváncsús, mely a szellemet nem merev csontnak láttatja. A tesztpszichológiában megmutatkozik, hogy a mediobasalis homlokzati agysérülések esetén a nyere-ményjátékokkal kapcsolatos komplex eljárások képessége szenved zavart. A legismertebb *Phineas Gage* esete, amely azt mutatja, hogy ennek az agyi régióknak a sérülése a társas viselkedés jelentős károsodásával jár.

Az agykutatásnak tekintetbe kell vennie, hogy nemcsak az én van hozzárendelve az agyhoz, hanem hogy folyvást zajlanak olyan agyi tevékenységek, amelyeket nem lehet egyszerűen az én-teljesítményeknek alárendelni. Ha szemügyre vesszük az agy

teljesítményeit és a fölöttük való uralom lehetőségét, akkor azt kell megállapítani, hogy a térbeli szemléletet sem lehet a szubjektumnak teljesen alávetni. Hasonképpen *Kant* elképzelése – miszerint a pszichikai funkciók nem lokalizálhatók, mivel a szubjektum maga a lokalizálandó – frontális dinamikát megmerevítő világképet fejez ki. A premotorikus cortex övezete a homlokzati agy egyik régiója, ez azokat a közös kognitív feladatokat „kezeli”, amelyek alól

– mint például a nyelv esetében – az ember nem vonhatja ki magát minden további nélkül.

Úgy vélem, hogy az igazságosság fogalma esetében annak az erénynek a mérlegelését lehet tekintetbe venni, amely egyfelől az önreprezentáció – önmegkettőződéssel fenyegető – megmerevedése, másfelől az önmonitoring és a saját impulzusok észlelésének – ellenőrizetlenségre vezető – hiánya közötti kiegyenlítés megteremtésére képes. Ez a fajta igazságosság sosem lezáruló, és ezért az agyfunkciók frontális kódolása sosem befejezett.

A két agyfélteke funkcióinak eddig csak a kérgestest átvágásával elérhető különválasztása példa arra, hogy az agyban folyhat párhuzamos időfeldolgozás. Ekként értelmezhetők olyan jelenségek is, amelyek esetében az idő visszafelé múlnak látszik. Így megeshet az emberrel, hogy álma egy lövéssel ér véget, aminek hevesességétől felébred; felébredvén pedig észreveszi, hogy az utcán egy motornak rossz a gyújtása. Az efféle idő-rejtély (hogyan tudta az ember a gyújtáshibát, amelyet álmában lövésként dolgozott fel, csak annakutána meghallani, hogy ettől a lövéstől felébredt álmából?) azáltal válik megoldhatóvá, hogy a különböző tudatállapotok esetében olyan különböző feladatköröket feltételezünk, amelyek egymással nem állnak folyamatos kapcsolatban.

A neuron: az információfeldolgozás biofizikája

Az agy 100 milliárdnál is több idegsejt-ből áll. A gliasejtek (támasztósejtek) száma még ennél is nagyobb. A neuronok az információkat egy energiafelhasználási alapelv szerint dolgozzák fel. A sejt szemi-permeabilis membránján a beérkező elektronikus impulzusok az ionszatornák megváltoztatására képesek, úgyhogy ezáltal az

elektrolit diffúziója befolyásolhatóvá válik, és a sejtmembránnál elektromos feszültséget lehet kelteni és azt meg lehet változtatni. Az ionok (kálium) visszajuttatása egy energiahasználó ionszivattyú révén történik. Az ionszatórnák megnyílása, amely a káliumdiffúzió révén továbbirányított akcióspotenciálra vezet, egy küszöb-logikát követ oly módon, hogy a potenciál amplitúdója és tartama állandó. A neuronok közti érintkezési helyeken a szinapszisok hólyagocskáiból transzmitterek szabadulnak fel (például acetilcholin, dopamin, serotonin, glutamat stb.), ami a posztzinaptikus potenciál módosulására vezet, vagyis befolyásolja a következő sejt membránját.

Mivel ezek a modulációk nem mindig mennek túl a küszöbértéken, az információfeldolgozás energetikai tartalékolásának tekinthetők. E pontban helyénvalónak látszik egy definitív megkülönböztetés. Kézenfekvő a küszöbérték alatti impulzusokat szabad energiának tekinteni, mivel részben a további feldolgozás rendelkezésére állnak.

A küszöb-logika folytán az agy képes megkülönböztetések megtételére és új megalkotására. Benne a lineáris és nemlineáris, folytonos és szakadós folyamatok szorosan összefüggenek. Az agyban nem egyszerűen egyes egységek (akciós potenciálok) működnek, hanem ezeknek az egységeknek az előállítása maga is információfeldolgozási folyamatot jelent. Egyre inkább feltűnik, hogy nemcsak az idegsejtek, hanem a támasztósejtek, az elektrolit-eltolódás lassú módosulása révén, nem elhanyagolható mértékben vesznek részt az információfeldolgozásban. Az információtárolás és -feldolgozás modelljének tekintetbe kell vennie a feldolgozás időkonstansainak rendkívüli különbözőségeit. Az astroglia lassú ioncsere-folyamatai azt mutatják, hogy az idegrendszer információ-kódolása nem pusztán ábécékből tevődik össze, hanem gyorsan elmosódó nyomok is jellemzik.

Az idő

A most

A mozgás tér és idő összefoglalása. Az idő a mozgásra való vonatkoztatás, illetve a

térre való vonatkoztatás nélkül nem tárgyalható. Az agytér komplexitását szemlélve az idő elemzésekor is meglepetések érik az embert. A fiziológiai kutatás mégis megkísérelte a mozgásfolyások szövevényét egy lineáris időkonceptióra leképezni. E koncepciónak megfelelően az idő jelenek sorozata, most-állapotok nem folytonos sora lett volna légyen, melyeket tovább nem osztható kvantumoknak tekintettek.

Tény, hogy léteznek olyan feladatkomplexumok, amelyek saját idő-jellemzőket mutatnak, és folyamatosságukban nem nyújthatók vagy rövidíthetők tetszés szerint. Ez például a szenzomotorikus teljesítményekben, többek közt a reakcióidő-kísérletben megmutatkozik. Az összetettebb kognitív folyamatokra azonban nem lehet hasonló, rögzített időbeli clustereket kidolgozni. Nem méltányos az agynak óráként való értelmezése, melyre még meghatározott időkvantumok lennének kidolgozhatók, és a kognitív folyamatok struktúráinak ezekhez kellene igazodniuk. Kogníció történhet az alárendelt, például a saját időjellemzőkkel bíró szenzomotorikus szabályozású köröktől függetlenül.

Nem sikerült találni olyan szigorúan lokalizálható ütemezést, amely az agyi áramlatok alapritmusát adná. Ezért eredete a különböző szabályozó-körök komplex együttműködésében feltételezhető, melynek során az EEG-frekvenciák nagyon eltérő gyorsulását lehet tapasztalni. Ennek során a kognitív folyamatokkal összefüggő agyi elektromosság igencsak függetlennek bizonyulhat az agyáramlatok alapritmusának fázisaitól. Így az idő az agy funkcióihoz hasonlóan komplex jelenségnek bizonyul.

A sejtszintű vizsgálatok már korán megmutatták, hogy az agyi információfeldolgozás – a mostani komputerékétől eltérően – nem rendelkezik abszolút ütemezéssel. Ennek messzemenő következményei vannak az idegrendszeri információk kódolásának kérdésére nézve. Az idegrendszeri információfeldolgozás kizárólag bináris kódokkal történő értelmezésének kísérlete azért nem lehet eredményes, mert az egyes impulzusok számára nincsenek olyan szí-

gorúan meghatározott időkeretek, melyek lehetővé tennék egy jel beérkeztének vagy be nem érkeztek a hozzárendelését a 0 vagy 1 értékhez – miként ez egy számítógép rendszerében történik.

Szinkronizációk

Az időbeli feldolgozás agyi struktúrája beláthatatlanul összetettebb, mint a szívé, amely sokkal könnyebben képes időbeli szekvenciába rendezni átlátható lépéseinek lefolyását. Az agynak nem áll rendelkezésre semmilyen ütemező vagy pacemaker, mely kellőképpen differenciált idővel szolgálhatna minden funkciója számára. Sőt az is elmondható, hogy egyes funkció-komplexumok a maguk idő-jellemzőjével olymértékben hatnak az agy egészének működésére, hogy az egész rendszer idő-jellemzői megváltoznak. Az idődimenzióban nem lehet pontszerűen kijelölni azokat az integráló funkciókat, melyeket az agyfunkciók térbeli lokalizációja során sem lehet fellelni. A farkasról és a hét kecskegidáról szóló mesében az egyik gida el tudott bújni az állóórában. Az idődiskurzusban azonban nem lehet a szubjektivitás valamennyi aspektusát minden további nélkül megmenteni. A jövőbeli agykutatás számára éppen a különböző időbeli dimenziók illeszkedése válhat döntően fontos témává.

*Edelmann*nak a „past present“-ről, a múlt idejű jelenről folytatott vizsgálata az agyfunkciókkal összefüggésben számos filozófiai belátáshoz hasonlóan, arra utalnak, hogy nem rendelkezünk abszolút jellel. A két agyfélteke funkcióinak eleddig csak a kérgestest átvágásával elérhető különválasztása példa arra, hogy az agyban folyhat párhuzamos időfeldolgozás. Ekként értelmezhetők olyan jelenségek is, amelyek esetében az idő visszafelé múlnak látszik. Így megeshet az emberrel, hogy álma egy lövéssel ér véget, aminek hevesességétől felébred; felébredvén pedig észreveszi, hogy az utcán egy motornak rossz a gyújtása. Az efféle idő-rejtély (hogyan tudta az ember a gyújtáshibát, amelyet álmában lövés-ként dolgozott fel, csak annakutána meghallani, hogy ettől a lövéstől felébredt ál-

mából?) azáltal válik megoldhatóvá, hogy a különböző tudatállapotok esetében olyan különböző feladatköröket feltételezünk, amelyek egymással nem állnak folyamatos kapcsolatban. Ennek következtében egy feladatkör (például az egyik agyfélteke) az utcáról hallatszó akusztikai jelre reagálhat úgy, hogy álomban célirányos történéssé dolgozza föl, és a másik feladatkör (például a másik agyfélteke) a történés valósághoz közelebb értelmezését végzi el. Ezért az egyik feladatkör még álomban van, miközben a másik már éber tudatállapotban tevékeny, és csak utólag fér ehhez az álomhoz.

Úgy fest, mintha a neuronfunkciók időbeli koherenciájának elemzése, legalábbis a szorosabban körülhatárolt övezetekben, az állatkísérletek révén jól igazolható alapot adna meghatározott feladatkörök időbeli lefolyásához. Így *Gray* és *Singer*, továbbá az eckholmi munkacsoport kimutatta, hogy kiváltképpen a vizuális cortex 40 hertzes kis kortikális régióinak szinkronizációján alapulnak az észlelési folyamatok. Ebből kiindulva tág lehetőségek nyílnak az agyfunkciók koordinációjának megértéséhez. Ha az időbeli koherenciát a funkciók egységének alapjául vesszük, akkor a kognitív folyamatok sebessége különös jelentőségre tesz szert, mivel az eltérő sebességek eltérő szinkronizációval járhatnak. Ha az egység alapjának az időbeli szinkronizációt és koherenciát tekintjük, akkor egyazon feladatra különböző lokalizációk adódnak.

Messzire vezet annak kérdése, hogy a másfajta lokalizáció mégiscsak a funkció egységét leíró változatra vezet. Ebben az összefüggésben, az időbeli struktúrák elemzése során a kontextusok kutatása éppoly jelentőssé válik, mint korábban a lokalizációs paradigma vizsgálatakor volt. Az agykéreg inger-kísérletei a 20. század első felében azt mutatták, hogy a motorikus kéreg ingerlése nyomán a motorikus megnyilvánulások nagy mértékben a vizsgált szerv kiinduló állapotától (például lábállás) függ. A kontextualitás tekintetbe vétele nagy jelentőségűvé válik az agyi folyamatok időbeli vizsgálata során.

Még nyitott a kérdés, hogy a mikro-lokalizációs övezetben kimutatott koherenciák és szinkronizációk mennyire nyújtanak biztos alapot a kortextet átfogó feladatintegráció széleskörű modelljéhez. Különösen a hetvenes évek EEG-kutatásai vizsgálták nagy figyelemmel a különféle régiók koherencia-képződéseit. Ilyen modellek most a kisebb cortex-tájékok koherencia-elemzése révén kapnak új ösztönzéseket. E modellek esetében az emlékezet-funkciók tárolásánál nem egy körülírt lokalizatorikus történésről van szó, hanem részben egymástól távol eső agyi tájékok megfelelő időbeli koordinációjáról. Az ilyesféle koncepciókban a kontextualitás másként van jelen. Ám az egymástól nagyon távol eső agytájak szinkronizációját csak nagyon egybehangolt kontextualitások összjátékával lehet elérni.

Kairosz

Ha az ember az időt lineárisan akarja leképezni, számos paradoxonnal szembesül. Az agykutatás képes e paradoxonok némelyikének struktúráját az agy elemzése révén feltárni. Fontos az a tény, hogy a két agyfélteke különböző idő-észlelésre képes. Az ember egyik agyfélének narkózisa során kimutatható, hogy a másik, éberen működő félteke többnyire eltérő idő-becselő képességeket mutat. Ennek során a nem-domináns agyfél rendszerint kevesebbnek tételezi az elmúlt időt, mint a domináns. Úgy tűnik, hogy a nem-domináns, tehát többnyire a jobb agyfélteke számára az idő lassabban múlik.

Ebből néhány következtetés adódik. Az erősebben a nem-domináns agyféltekéhez kötődő múzsai funkciókkal való foglalatosság így bizonyos „időnyereséggel” járhat, mivel ezeket a „lassabban” élő jobb félteke hordozza. Egyes idő-elméletekben ezt olyasvalamiként fogalmazzák meg, amit először a képzelőerőnek kell megformálnia. Ha abból indulunk ki, hogy a képzelőerő lényeges formái nagymértékben a jobb féltekén múlnak, akkor arra az érdekes, csaknem paradox összefüggésre jutunk, hogy az idő észlelését kialakító képzelőerő más időbázist mutat, mint más, e

funkcióban nem részes agystruktúrák. Ez azonban a tapasztalati világba átfordítva azt jelentené, hogy különösen az időre reflektálás járhat nyereséggel a megélt időre nézve. Ebben az értelemben az agykutatás a filozofikus életmódot olyan előnyös állapotként írhatja le, amely különösen az idő mélységi dimenziójának megtapasztalását teszi lehetővé.

Ám ekkor a ritkán pozitívnak tekintett unalom tapasztalatát is ide lehetne számítani, amely – egy ilyen modellnek megfelelően – képes volna nagyobb szinkronizációs egységeket létrehozni és olyan visszacsatolási és visszajelzési pályákra hagyatkozni, melyeket a gyors szinkronizációk inkább kiiktatnak. Eszerint az unalom kibírása lehetőséget teremtene arra, hogy az agy „kritikus tömege” folytán szétesett funkciókat megint össze lehessen hozni a világ megtapasztalására.

Ha az időt így érti az ember, akkor nem az időszekekvenciák optimális kialakításáról van szó, hanem a különböző ciklikusságok megfelelő ritmusának a megfelelő pillanatban való megragadásáról. Ez a kairosz és az integrálás lehetőségének olyan megvalósítását jelenti, amely elkerülhetővé teszi egy minden időpillanat fölötti uralomra törő szubjektum ellentmondásait. Egy olyan szubjektum, amely folyvást saját egységét tartja szem előtt, elmulaszthatja az alkalmat az alteritás követelményének számbavételére. A monarchikus én megvalósításának kísérletét az agyban nagyon gyorsan a „kiegyenlítő igazságosság” mechanizmusai moshatnák el, vagyis az elégtelen foglalkozás az idővel, a mulandósággal és az alteritással éppen azért vezetne az én kudarcára, mert túl sokat foglalatoskodott önnön stabilizálásával.

Energia, információ és jelentőség

Különös jelentősége van azon agyi folyamatok elemzésének, amelyek a szervezet számára a jelentést jelentőségként fogják fel. Ezért a szervezetnek fontos információk úgy tárolódnak, hogy azokat – a behálózottság révén – sokoldalúan lehessen felhasználni. Ebben – a kiterjedt háló-

zaton kívül – az erősítőrendszerek is különleges szerepet játszhatnak. Fontos az, hogy alapjában a jelszint és a sokoldalúnak feltételezendő információs síkok között olyan viszonyt kell tételnie, melyben az információ bizonyos mértékben független az energiamennyiségtől, azaz hogy bizonyos függetlenséget mutat a jelhordozótól. Az idegmembrán potenciáljának létrehozása, az akciós potenciál kiváltása energiafelhasználással jár. Ennek során az energia az anyagcsere révén a membránon belül kerül felhasználásra, de a vér révén mindenkor pótolható.

Ez a tény, hogy a véredényszabályzás az akciós potenciállal összefüggésben áll, lehetővé teszi az agyi információfeldolgozás folyamatainak vizsgálatát oly módon, hogy az ember az adott agyterületek véráramlásának erősségét – például radioaktív izotópok segítségével – vizsgálja.

Az agy az emberi szervezet által feldolgozott energia húsz százalékát használja el. Annak ellenére, hogy a testtömegnek csupán három százalékát teszi

ki, az energia egyötödét értékesíti. Az agytevékenység fokozódása esetén az agy több energiát használ el. Az energia felhasználása nem motorikus aktivitás során történik, mivel az izomrendszerek energiával való ellátása külön vérárammal történik, és jöllehet az agytól az izmokhoz vezető, mozgással járó impulzusok információt adnak tovább, ez nem jár lényeges energia-átadással. E tény fiziológiai szempontból tarthatatlanná teszi a pszichoanalízis energetikai elképzelését, amely a libidózus energiáknak motorikus levezetését feltételezi.

Energetikailag az agy nyitott rendszer, amely a vérpályákon keresztül kap és például hőként le is ad energiát. Téves az a feltevés, miszerint az agy energiaháztartása csakis az információ-feldolgozásra terjed ki. Ellenkezőleg: az érzékszerveken keresztül történő energiafelvételnek és a motorikus rendszerek révén zajló energialeadásnak nincs szerepe az agyban. Mi több, az input- és output-rendszereket a belső erősítőrendszereken keresztül kell energiával ellátni, hogy így képesek legyenek feldolgozni a külső információkat. Ezért egészen téves a külső cselekvéseket energetikai

ösztönlevezetéseként értelmezni.

Természetesen az agytevékenységnek meghatározott keretek között kell mozognia, vagyis az idegsejtek kiterjedt szinkronizációja és aktiválása görcsös rohamokra vezethet, és az agy alacsony aktivitása csökkentheti az összetettebb koherencia kialakulásának lehetőségét. Az agy egyenletes tevékenységi szintje tűnik a megbízható üzemmód szempontjából a legjobbnak. Ebben az értelemben igazat lehet adni Hé-

Energetikailag az agy nyitott rendszer, amely a vérpályákon keresztül kap és például hőként le is ad energiát. Téves az a feltevés, miszerint az agy energiaháztartása csakis az információ-feldolgozásra terjed ki. Ellenkezőleg: az érzékszerveken keresztül történő energiafelvételnek és a motorikus rendszerek révén zajló energialeadásnak nincs szerepe az agyban. Mi több, az input- és output-rendszereket a belső erősítőrendszereken keresztül kell energiával ellátni, hogy így képesek legyenek feldolgozni a külső információkat. Ezért egészen téves a külső cselekvéseket energetikai ösztönlevezetéseként értelmezni.

rakleitosznak, amikor azt mondja: „A száraz lélek a legbölcsebb s legkiválóbb”

A viselkedés alakulása és a kogníció szempontjából döntő folyamatok a sejtmembránok feszültségkülönbségének változása révén mennek végbe. A továbbvezethető, milliszekundum tartamú, úgynevezett akciós potenciálokat információelméletileg az átviteli valószínűséggel lehet leírni.

Ezzel azonban még egyáltalán nincs megjelenítve az a fiziológiai információ, ami annak korrelátuma, amit közkeletűen információfeldolgozásnak nevezünk. A köznyelvben információnak többnyire az

újdonságértéket tekintik. Ennek feldolgozása azonban nem valamiféle telefonvezetékes továbbvezetést jelent, hanem a sejtmaghoz közeli membránban való modulációját. Itt olyan membránpotenciál-hullámzások léphetnek fel, melyek csak egy meghatározott küszöbön túljutva vezetnek továbbirányított akciós potenciálra. A membránpotenciál és az akciós potenciál esetében a fellépési valószínűség statisztikájáról lehet beszélni, éppen úgy, ahogy az információk (például szövegmenyiségek) kognitív feldolgozása esetében.

A kognitív síkon felmerülő információ és az idegrostok továbbvezetési síkján információs statisztikával leírtak csak nagyon közvetetten függenek össze. Mégis indokoltnak tűnik az agyműködésnek nemcsak jelfeldolgozási, hanem információ-feldolgozási folyamatként történő le-

írása – anélkül, hogy mentális síkon igényt tartanánk az információkról szóló kijelentésekre.

Jelentőségteli lehet az akciós potenciálok jelelméleti megközelítése is. Ám az agyi folyamatok elemzésének jelelméleti kiindulásából nem következik, hogy az agy esetében a szemantikus síkot, a jelentés síkját ne lehetne megragadni. Ez annál is inkább érvényes, mivel világossá tehető, hogy egy jel jelentése sok esetben megint csak jelként fogható fel.

Az agykutatás számára indokolt a jelentés fogalmának a jelentőség (Importance) értelmében vett használata, mely az eseményeknek a szervezet számára mutatózó jelentőségét közli.

Detlef Linke
(Tillmann József fordítása)

Társaslelki szemszögből a Waldorf-pedagógiáról

A Waldorfpedagógia Rudolf Steiner tanításain alapul. Ő szervezte az első ilyen iskolát is 1919-ben Stuttgartban. Pedagógiájának a megértéséhez ismernünk kell az elméleti alapokat is. A teozófiából átvett antropológiai tanítás szerint négyes tagozódású az ember: van a fizikai test, hozzá tartozik az anyagi-érzéki megismerés, van az étertest, hozzá tartozik az imagináció, van az asztrálest, hozzá tartozik az inspiráció, és van az Én, hozzá tartozik az intuíció. Eszmefuttatásunk Carlo Wilman: 'Waldorfpädagogik – theologische und religionspädagogische Befunde' (Böhlau-V., Köln – Weimar – Wien, 1998.) című nagy munkájának vizsgálatán alapul.

Az Én hozzávetőleg megfelel a posztvédikus filozófia „purusa” fogalmának. (1) A fizikai test érzékelhető, természettudományosan vizsgálható, a törvényei megegyeznek az élettelen világ törvényeivel. Az étertest az az erő, amely a fizikai testet kialakítja. Ez az élet építője és hordozója. (2) Hordozója a temperamentumnak, szokásnak, lelkiismeretnek, gondolatnak is. Egyformán sajátja növénynek, állatnak, embernek. Biológiaiag keletkezik, és így alá van vetve az élettrit-

musnak, vagyis az elmúlásnak is. Az asztrálest az érzékelő, a fájdalom, érzés, vágy, ösztön hordozója. Sajátja az állatoknak is. Az Én pedig az öntudat, a személyiség hordozója, csak az ember rendelkezik vele. (3) Ez az emberi lélek központja, a közvetítő az érzéki és a szellemvilág között. Ezért a feladata „az alsóbbrendű testeket megne-mesíteni és tökéletesíteni”. (4)

Steiner ezt a modern természettudomány szemszögeiből is értelmezi. A test alá van vetve az öröklődés törvényének, a